

NN31545.0271

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 271, d.d. 29 september 1964

Wegkwaliteit als ontsluitingsfactor

G. H. Reinds

BIJLAGE
STANHOEGBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Aan gebruikers buiten het Instituut wordt verzocht ze niet in publikaties te vermelden.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

1783878



Inleiding

Om de ontsluiting van een gebied te kunnen beoordelen dient men naast kennis van de wegtracees en het patroon van het grondgebruik een inzicht te hebben in de kwaliteit van de wegen. De bereikbaarheid van een perceel wordt immers bepaald door de af te leggen afstand en de kwaliteit van de toegangsweg. De kwaliteit van de door het landbouwverkeer gebruikte wegen loopt sterk uiteen terwijl van de onverharde wegen bovendien de berijdbaarheid in de loop van het seizoen varieert.

Om het rendement van wegverbeteringen beter te kunnen beoordelen was een nader onderzoek naar de betekenis van deze berijdbaarheidsverschillen gewenst. De voorlopige resultaten van een onderzoek naar het verband tussen berijdbaarheid en transportsnelheid van het landbouwverkeer werden reeds besproken in het decembernummer 1963 van het Cultuurtechnisch Tijdschrift (J.W. Righolt - Wegkwaliteit en Landbouwtransport).

In dit artikel zal nader worden ingegaan op de resultaten van een inventarisatie van de berijdbaarheid van de wegen in een bepaald gebied en de mogelijkheden om met behulp van de genoemde relatie berijdbaarheid - transportsnelheid te komen tot een beoordeling van het rendement aan wegverbeteringen in een dergelijk gebied.

Object van onderzoek

Het onderzoek had plaats in het grote veenkoloniale gebied van Groningen en Drenthe.

In het noorden wordt het onderzoeksgebied begrensd door de dorpen Hoogezand en Sappemeer en in het zuiden door Klazienaveen en Zwartemeer. De boerderijen staan doorgaans in lintbebouwing langs een kanaal (hoofddiep).

Vanuit dit kanaal lopen op een onderlinge afstand van 160 - 200 meter kleinere kanalen (wijken) variërend in lengte van 400 - 4000 meter landinwaarts.

De oppervlakte tussen twee wijken wordt overlangs door een sloot (zwetsloot) in twee plaatsen verdeeld. Het genoemde gebied omvat circa 2800 van deze plaatsen. Bij de veenkoloniale bedrijven met hun langgerekte kavels vindt een groot deel van het bedrijfsverkeer via de op de plaatsen

liggende bedrijfswegen plaats. Daarnaast wordt vooral in de jongere veenkoloniën nog een deel van de aardappelen per schip via een aan de lengtezijde van de kavel liggende wijk afgevoerd. De betekenis van dit transport te water neemt echter sterk af.

Nadat alle plaatsen in het gebied voor de voet weg waren genummerd, werd aan de hand van een lijst van a-selecte getallen hieruit een steekproef van 140 stuks genomen. Van deze plaatsen werd nagegaan tot welk bedrijf of welke bedrijven ze behoorden en of er een bedrijfsweg aanwezig was.

In vijf procent van de steekproef lag de plaats met een lengtezijde langs een openbare weg, waardoor de noodzaak van een bedrijfsweg veel. In ongeveer de helft van deze gevallen waren de openbare wegen verhard, waardoor de aangrenzende kavel een aanzienlijk gunstiger ontsluiting had dan de overige kavels. In de andere gevallen betrof het openbare onverharde wegen, welke vaak slechter van kwaliteit zijn dan de eigen wegen. De oorzaak hiervan ligt voornamelijk in het minder ontzien van deze wegen in perioden wanneer ze bijzonder kwetsbaar zijn, bijvoorbeeld na zware regen en bij opdooi. Om het onderzoek te beperken tot bedrijfswegen zijn de plaatsen langs openbare wegen vervangen door de dichtbij gelegen plaats, welke niet langs een openbare weg was gelegen.

Bij plaatsen korter dan 1000 m was in 8 % van de gevallen geen bedrijfsweg aanwezig, omdat de kavel als één perceel in gebruik was of bij tweezijdige ontsluiting als 2, in een enkel geval als 3 percelen. Verharde of semi-verharde bedrijfswegen komen in dit gebied weinig voor. De enkele semi-verharde wegen die aangetroffen werden dienden doorgaans voor de ontsluiting van niet aan de verharde weg liggende bedrijfsgebouwen.

Tabel 1 geeft de verdeling van de plaatsen over de verschillende lengteklassen, zowel voor de steekproef als voor het gehele gebied.

Tabel 1. Verdeling van de veenkoloniale "plaatsen" over verschillende lengteklassen in procenten van het totaal

lengte	0 - 500 m	500 - 1000 m	1000 - 1500 m	1500 - 2000 m	2000 - 2500 m	2500 - 3000 m	3000 - 3500 m	3500 - 4000 m
verdeling van alle plaatsen	2	37	28	20	6	4	3	1
plaatsen van de steekproef	0	41	24	21	5	5	3	1

De steekproef blijkt uit oogpunt van kavellengte redelijk representatief te zijn. Daar een vergelijking van de verdeling over de verschillende grondwaterstandsklassen voor het Groningse deel van het gebied tot een soortgelijke conclusie leidt, kan worden aangenomen dat ook op andere punten de steekproef een gemiddeld beeld geeft van de Veenkoloniën.

De bedrijfswegen uit deze steekproef zijn periodiek beoordeeld in de periode van juli 1962 tot en met juni 1964, waarbij de weg afhankelijk van de lengte in 1 tot 4 gedeelten is beoordeeld.

De berijdbaarheidsbeoordeling vond plaats volgens een systeem waarbij, analoog aan een schoolrapport, berijdbaarheidscijfers worden gegeven in een schaal van 1 tot 10 (Reinds en Van Hemert, 1962; Righolt, 1962). Het berijdbaarheidscijfer is een maat voor de hinder die het landbouwverkeer van het niet optimaal zijn van de rijbaan ondervindt. Deze afwijking van de optimale toestand komt tot uiting in een lagere rij snelheid en een grotere hoeveelheid benodigde energie per ton.km transport.

Naast de berijdbaarheid is de gebruiksfrequentie, het onderzoek en de kwetsbaarheid van de weg bepaald, waarbij de kwetsbaarheid een maat is voor de invloed van het gebruik op de berijdbaarheid, met andere woorden voor het al of niet gauw stuk gereden worden van de weg. Om verschillen in berijdbaarheid te kunnen verklaren en te verwachten verschillen eventueel te kunnen voorspellen is bij dit onderzoek speciaal aandacht besteed aan de relatie tussen de kwetsbaarheid en de berijdbaarheid bij verschillende gebruiksfrequentie. Hiernaast is aandacht besteed aan de betekenis van de kwetsbaarheid en het gebruik voor de onderhoudskosten.

De kwetsbaarheid

De kwetsbaarheid van onverharde wegen is in eerste instantie afhankelijk van het vochtgehalte van de bovenlaag. Dit vochtgehalte wordt bepaald door het vochthoudend vermogen, de grondwaterstand en de hoeveelheid neerslag. De hoeveelheid neerslag kan voor alle wegen in dit gebied wel gelijk gesteld worden. Wil men de wegen naar hun kwetsbaarheid onderverdelen dan resteren dus het vochthoudend vermogen en de grondwaterstand. Het vochthoudend vermogen kan het eenvoudigst gekarakteriseerd worden door het humusgehalte van de bovengrond en de grondwaterstand door het wijkpeil. Hiernaast speelt nog het voorkomen van veen in het profiel een rol. doch dit blijkt in dit gebied sterk gecorreleerd met bovengenoemde factoren zodat de schatting van de kwetsbaarheid hoofdzakelijk gebaseerd kan worden op de eenvoudig waar te nemen kenmerken humusgehalte van de bovengrond en het wijkpeil.

Het minst kwetsbaar zijn de diep ontwaterde wegen met geen of weinig humus in de bovengrond, mede omdat de ondergrond van deze wegen doorgaans ook uit humusarm zand bestaat (groep a, weinig gevoelige wegen).

Het meest kwetsbaar zijn de ondbepontwaterde wegen met een humeuze bovengrond waarbij in veel gevallen wel veen in de ondergrond voorkomt (groep d zeer gevoelige wegen). De tussen deze twee uitersten gelegen wegen zijn in twee groepen verdeeld, resp. groep b iets gevoelige wegen en groep c matig gevoelige wegen.

Meting van de kwetsbaarheid door sondering.

Omdat een schattingsmethode altijd een zekere subjectiviteit heeft en bovendien moeilijk overdraagbaar is, is tevens nagogaan in hoeverre door middel van sondering een indruk is te krijgen van de kwetsbaarheid van onverharde wegen. Hiertoe zijn in de Veenkoloniën op 19 punten, verdeeld over 5 wegen, periodiek metingen verricht. Daarnaast zijn op vier wegen in de omgeving van Wageningen met grotere frequentie metingen gedaan om de invloed van het weer op de sondeerwaarde te bepalen en daarmee eventueel een indruk van de variatie in kwetsbaarheid in de loop van het seizoen te krijgen.

De meetpunten in de Veenkoloniën werden zodanig gekozen dat alle onderscheiden typen wegen vertegenwoordigd waren en dat binnen deze groepen de ontsloten oppervlakte zoveel mogelijk varieerde. De metingen zijn in duplo verricht, in beide sporen en tussen deze sporen.

Bij de sondering wordt een kogel met een basisoppervlakte van 1 cm^2 en een tophoek van 60° , welke met de basis bevestigd is op een stang met een geringere doorsnede dan deze basis, met een regelmatige geringe snelheid verticaal met de punt naar beneden in de grond gedrukt. De ondervonden weerstand (sondeerwaarde) wordt op een op de stang geplaatste manometer afgelezen. Deze aflezing vond plaats op een diepte van 0,5, 10, 15, 20 en 25 cm. Gezien de vastheid van de wegen was sondering met de gebruikelijke conus van 5 cm^2 niet mogelijk. Met het gebruikte apparaat kon op deze wijze een druk worden bereikt van 100 kg per cm^2 .

Om misverstand te voorkomen dient nog opgemerkt te worden, dat bij de hier gebruikte sondeermethode aanzienlijk hogere waarden worden afgelezen dan bij de methode, waarbij men een gat boort of graaft tot de laag welke gemeten moet worden. Dit verschil wordt veroorzaakt door de grotere uitwijkmogelijkheid van de zich onder de conus bevindende grond bij laatstgenoemde methode.

De met uiteenlopende conussen gemeten waarden zijn niet zonder meer

vergelijkbaar. De met kleinere conussen gemeten druk per cm^2 blijkt aanzienlijk hoger te liggen dan de waarde gemeten met een conus van 5 cm^2 . Zo moet men de gemeten waarde voor de betrokken grondsoort met een conus van 1 cm^2 ongeveer met 0,6 vermenigvuldigen om op het niveau te komen van de druk per cm^2 gemeten met de gebruikelijke conus van 5 cm^2 .

Figuur 1 geeft bij veel en weinig transport een indruk van de sondeerwaarde op verschillende diepte bij diverse typen wegen. De waarden op een diepte van 15, 20 en 25 cm toonden een duidelijke correlatie met de kwetsbaarheid. Het gemiddelde van deze drie aflezingen is verder de gemiddelde sondeerwaarde genoemd en gebruikt als maat voor de kwetsbaarheid.

De aldus gemeten sondeerwaarden blijken sterk te worden beïnvloed door het gebruik van de weg. Gemiddeld stijgt de sondeerwaarde van de laag van 15 tot en met 25 cm 4% per ha via het meetpunt ontsloten grond. De sondeerwaarde van de hoger liggende lagen wordt minder door het transport beïnvloed.

De variatie van de sondeerwaarde in het seizoen is weergegeven in figuur 2, waarin de gemiddelde sondeerwaarden van drie wegen in de omgeving van Wageningen in relatie tot de waarnemingsdatum is uitgezet. Ter verklaring van de variatie in sondeerwaard zijn de perioden weergegeven waarop de gemiddelde etmaaltemperatuur beneden het vriespunt is gebleven en welke waarnemingen zijn verricht na meer dan 3 etmalen droog weer. De vorstperioden lijken de sondeerwaarden sterk te beïnvloeden. Het blijkt meer dan een maand te duren voor de sondeerwaarde weer haar normale peil heeft bereikt. Laten we deze opdoorperioden buiten beschouwing, dan blijkt bij dit type wegen dat na drie of meer dagen droog weer de sondeerwaarde een vrij stabiel, voor de kwetsbaarheid van de weg redelijk representatief niveau bereikt.

Op een veertigtal plaatsen in de veenkoloniën is vervolgens de sondeerwaarde onder gestelde voorwaarden van meer dan drie dagen droog weer en langer dan een maand na de laatste vorstperiode bepaald. Uit vergelijking van de hierbij gemeten waarden met zowel de geschatte kwetsbaarheid van deze wegen als de variatie in berijdbaarheid, krijgt men de indruk dat met een eenmalige meting van de sondeerwaarde onder de gestelde beperkingen een redelijk inzicht is te krijgen in de kwetsbaarheid van de onverharde bedrijfswegen in de veenkoloniën.

Tabel 2 geeft een overzicht van de relatie tussen de sondeerwaarde en de kwetsbaarheid.

Tabel 2. Het verband tussen sondeerwaarde en kwetsbaarheid op onverharde veenkoloniale bedrijfswegen (sondeerwaarde van de laag van 15 tot 30 cm diepte en gecorrigeerd op invloed verkeersfrequentie).

sondeerwaarde	kwetsbaarheid
< 30 kg/cm ²	zeer gevoelig
30 - 45 " "	matig gevoelig
45 - 60 " "	licht gevoelig
> 60 " "	weinig gevoelig

Daar van alle beoordeelde weggedeelten bekend is, hoeveel ha via dat weggedeelte wordt ontsloten, kan worden berekend hoe de verdeling van het verkeer over de onderscheiden kwetsbaarheidsklassen is verdeeld.

Van het transport op de kavelwegen blijkt 10 % over weinig gevoelige wegen, 25 % over licht gevoelige wegen, 40 % over matig gevoelige wegen en 25 % over zeer gevoelige wegen plaats te vinden.

De berijdbaarheid van de wegen

a. De berijdbaarheid over het seizoen.

De berijdbaarheid van de veenkoloniale bedrijfswegen is in de zomer in het algemeen vrij goed tot matig. In het najaar loopt de berijdbaarheid echter nogal terug, onder invloed van het weer en het gebruik.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de toegekende berijdbaarheidscijfers in de verschillende seizoenen, waarbij gewogen is naar gebruiksfrequentie. Naast dit overzicht is tevens de betekenis van de toegekende berijdbaarheidscijfers voor de transportsnelheid weergegeven (Righolt 1963).

Daar deze relatie gebaseerd is op een landelijk onderzoek is nog nagegaan in hoeverre deze cijfers voor de Veenkoloniën toegepast mogen worden.

Het bleek dat de reactie op wegkwaliteit in de Veenkoloniën niet noemenswaardig afweek van de bij het landelijk onderzoek gevonden reactie.

Bij het landbouwverkeer blijkt de aanpassing van de snelheid aan de wegkwaliteit in het algemeen zodanig te zijn, dat de te leveren trekkracht per tijdseenheid nagenoeg gelijk is. Dit houdt bij benadering in, dat de brandstofkosten per km rechtevenredig met de benodigde tijd meegaan, zodat met vaste kosten per tijdseenheid kan worden gewerkt. Hierdoor kan met de tijd per km als maat voor bezwaren worden volstaan.

Tabel 3. Berijdbaarheid van de veenkoloniale bedrijfswegen in voorjaar, zomer en najaar in de periode juli 1962 tot en met juni 1964

Berijdbaarheids- cijfer	7 $\frac{1}{2}$	7	6 $\frac{1}{2}$	6	5 $\frac{1}{2}$	5	4 $\frac{1}{2}$
voorjaar	1 %	2 %	23 %	44 %	18 %	12 %	0 %
zomer	1 %	9 %	40 %	43 %	6 %	1 %	0 %
najaar	0 %	2 %	12 %	51 %	23 %	11 %	1 %
Gemiddelde trans- porttijd, trekker met 4w.luchtbandwagen (Righolt 1963)	in min./km						
onbeladen	5.1	5.6	6.1	6.8	7.7	8.9	10.4
beladen	7.0	7.7	8.5	9.4	10.4	11.8	13.3

b. De invloed van de kwetsbaarheid

Voor de vier onderscheiden kwetsbaarheidstypen is de gemiddelde berijdbaarheid per twee-maandelijkse periode bepaald. De gemiddelde berijdbaarheid van de gevoelige wegen blijkt over het gehele seizoen slechter te zijn dan van de minder gevoelige wegen. In het voorjaar en het najaar zijn de onderlinge verschillen groter dan in de zomer (tabel 4).

Tabel 4. Gemiddelde berijdbaarheid van de onverharde veenkoloniale bedrijfswegen in de periode van juli 1962 tot en met juni 1964

maand	febr.- maart	april- mei	juni- juli	aug.- sept.	okt.- nov.
type a	6.5	6.5	6.6	6.6	6.5
type b	6.2	6.3	6.4	6.3	6.2
type c	5.9	6.0	6.2	6.1	5.8
type d	5.6	5.7	6.0	5.8	5.4
neerslagoverschot in opnameperiode	+ 10	- 39	- 47	+ 54	+ 81
gem. neerslagover- schot in normaal jaar	+ 15	- 46	- 48	- 3	+ 99

In de maanden december en januari zijn de wegen niet opgenomen. In deze periode worden ze bijzonder weinig gebruikt, zodat de berijdbaarheid weinig zal verschillen met die in de voorafgaande periode.

De verschillen in berijdbaarheid binnen de typen zijn vooral in het voorjaar groot, omdat aan een deel van de wegen in deze periode al onderhoudswerkzaamheden zijn verricht, terwijl de andere nog in de toestand verkeren zoals deze was aan het einde van de najaarswerkzaamheden. Vooral bij de gevoelige wegen zijn de verschillen dan groot. Het geleidelijk op een hoger niveau komen van de gemiddelde berijdbaarheid in de elkaar opvolgende perioden in het voorjaar moet in verband hiermee dan ook meer gezien worden als het gevolg van een toename van het percentage herstelde wegen dan als een geleidelijke verbetering over de gehele linie. Het onder invloed van gebruik onder gunstige omstandigheden aanzienlijk beter berijdbaar worden, blijft voornamelijk beperkt tot die wegen die vrij goed door de herfst zijn gekomen en waarvan de breedte versporen mogelijk maakt.

De invloed van het gebruik

De invloed van het gebruik op de berijdbaarheid van onverharde wegen is sterk afhankelijk van de momentane kwetsbaarheid en daarmee met name de vochtigheid van de weg. Een grote verkeersfrequentie zal, wanneer een weg nat is de berijdbaarheid ongunstig beïnvloeden; is de weg echter droog dan zal hij weinig nadeel van het verkeer ondervinden. In sommige gevallen zullen onder ongunstige omstandigheden ontstane oneffenheden zelfs weer vlak gereden worden. Voor de bepaling van de invloed van het verkeer moet dus onderscheid worden gemaakt tussen verkeer onder gunstige en verkeer onder ongunstige omstandigheden.

Op dit punt verkeren bedrijfswegen in een gunstiger positie dan bijvoorbeeld boerderijwegen, die onder alle omstandigheden, het gehele jaar door, hun functie moeten vervullen. Het verkeer op bedrijfswegen wordt sterk bepaald door de veldwerkzaamheden, hetgeen inhoudt dat zij bijvoorbeeld op dagen met onwerkbaar weer wanneer ook de wegen het gevoeligst zijn, nauwelijks worden bereden. Het gevolg hiervan is, dat een onverharde bedrijfsweg mits hij het water voldoende snel kwijt kan, in veel gevallen nog wel zal voldoen. Een onverharde boerderijweg zal, afgezien van het sociale aspect doorgaans te vaak onder ongunstige omstandigheden bereden moeten worden om nog aan de eisen van een moderne bedrijfsvoering te kunnen beantwoorden.

Daar de kwetsbaarheid van onverharde wegen hoofdzakelijk een kwestie is van snel en minder snel opdrogen is het duidelijk dat de gevoelige wegen vaker dan de ongevoelige al weer zullen worden bereden als ze nog nat zijn. De berijdbaarheid van veel gebruikte weggedeelten loopt in het najaar bij deze wegen dan ook sterk terug (figuur 3).

De weggedeelten waar veel overkomt blijken in de zomer daarentegen gemiddeld beter berijdbaar te zijn dan die gedeelten waar weinig passeert. Dit is niet alleen een direct gevolg van het frequenter gebruik en de daardoor ontstane grotere dichtheid; doorgaans zal men ook meer aandacht besteden aan constructie en onderhoud van deze weggedeelten. Dit laatste kan er ook toe leiden dat bedrijfswegen langs bevaarbare wijken, die dus in het najaar minder worden gebruikt, gemiddeld niet beter berijdbaar zijn dan de overige wegen. Daarbij komt dat men ten behoeve van het varen het wijkpeil tijdelijk opzet, waardoor de wegen gevoeliger zijn voor het resterende verkeer.

Het onderhoud

Het verschil in berijdbaarheid tussen zomer en herfst geeft in zekere zin een indicatie van de onderhoudsbehoefte. Naarmate de teruggang in kwaliteit in het najaar sterker is, zal men meer moeten doen om de weg weer tot zomerkwaliteit te brengen. Weliswaar mag men enig natuurlijk herstel verwachten, bijvoorbeeld het opdrogen van modderige wegen doch bij berijdbaarheidscijfers beneden de 6 zullen de oneffenheden doorgaans zodanig zijn, dat ze niet door het regelmatig berijden van de weg zullen verdwijnen, mede omdat de bedrijfswegen in het algemeen te smal zijn om behoorlijk te kunnen versporen. Een uitzondering hierop vormen de wegen op gedempte wijken, welke ruim 3 meter breed zijn zodat hier meer mogelijkheden tot "natuurlijk" herstel aanwezig zijn.

Het onderhoud op de weinig bereden wegen welke doorgaans met gras zijn begroeid, blijft beperkt tot het jaarlijks maaien van het gras en het opvullen van incidentele gaten. Meer bereden wegen worden soms over de gehele oppervlakte bewerkt en geëgaliseerd, terwijl daarnaast nogal eens grond of puin van elders wordt aangevoerd voor het herstellen van stukgereden weggedeelten.

Er blijkt een verband te bestaan tussen de aan onderhoud bestede tijd en het verschil in berijdbaarheid tussen zomer en najaar. Mede op basis hiervan is figuur 4 geconstrueerd waarin de onderhoudsbehoefte van de onderscheiden typen wegen bij variabel ontsloten oppervlakte is weergegeven.

De zeer gevoelige weggedeelten vragen bij 20 ha ontsloten grond circa 6 uur per jaar per 100 meter aan onderhoud, dat is twee à drie maal zoveel als wegen uit de groep weinig gevoelig bij een zelfde verkeersfrequentie vragen. De wegen waar zes à zeven ha over komt, vragen circa de helft van het onderhoud van wegen waar twintig ha over komt.

De betekenis van de wegkwaliteit voor de produktiekosten

De kwetsbaarheid van de bedrijfswegen heeft op twee manieren invloed op de produktiekosten. Enerzijds beïnvloedt zij de berijdbaarheid en daarmee de transportkosten, voornamelijk doordat op minder goede wegen langzamer wordt gereden en meer trekkracht wordt vereist, anderzijds is zij van belang voor het onderhoud dat de weg nodig heeft.

Om de betekenis voor de transportkosten te kunnen berekenen moet men in eerste instantie de transportfrequentie, de transportafstand en de transportsnelheid kennen.

De transportfrequentie.

Voor de transportfrequentie is uitgegaan van een vereenvoudigd bouwplan bestaande uit 60 % graan, 30 % aardappelen en 10 % bieten. De transportbehoefte per gewas is gebaseerd op de arbeidsbehoefte (uitgaande van een gemiddelde schaftlengte van 4 uur) en het aantal vrachten af te voeren produkt en aan te voeren pootgoed, zaaizaad en meststoffen. Daar de berijdbaarheid van de bedrijfswegen in de verschillende perioden niet gelijk is, is per periode van twee maanden het aantal ritten bepaald. De gegevens hiertoe werden ontleend aan NEUTEBOOM, 1957 en MEIJERMAN EN ROIJACKERS, 1964. Voor deze berekeningen is ervan uitgegaan dat de wegkwaliteit geen invloed heeft op de vrachtgrootte, een aanname die bij de voorkomende variatie in berijdbaarheid van de bedrijfswegen wel aanvaardbaar is. Uit een enquête is namelijk gebleken dat bij trekkertransport alleen onder extreem ongunstige omstandigheden de vracht kleiner wordt dan normaal. Tabel 5 geeft een overzicht van de op deze wijze berekende transportfrequentie.

Tabel 5. Intern bedrijfsverkeer per ha bij 60% graan, 30% aardappelen en 10% bieten

Periode	febr. maart	april mei	juni juli	aug. sept.	okt. nov.	dec. jan.	totaal
Aantal enkele ritten	6	20	14	58	38	4	140
waarvan ritten met vrachten	1	2	2	13	10	0	28

De transportafstand

De transportafstand is gelijk gesteld aan de perceelsafstand, met andere woorden er is van uitgegaan dat de gewassenkeuze niet wordt beïnvloed door de ligging van het perceel ten opzichte van de bedrijfsgebouwen noch door de kwaliteit van de toegangsweg, wat voor de Veenkoloniën redelijk met de werkelijkheid overeenkomt.

De transportsnelheid

De transportsnelheid is gebaseerd op de resultaten van het reeds genoemde onderzoek naar de relatie wegwkwaliteit-transportsnelheid(RIGHOLT'63), waarbij is aangenomen dat de gemiddelde transportsnelheid van de 'ritten' gelijk is aan de snelheid van een trekker met een onbeladen vierwielige wagen op luchtbanden, terwijl de gemiddelde snelheid van de "vrachten" is gelijkgesteld aan de snelheid van een trekker met een beladen vierwielige wagen op luchtbanden. De betreffende cijfers zijn reeds vermeld in tabel 3. De berijdbaarheid van de verschillende typen weg over de seizoenen is ontleend aan tabel 3 en figuur 3. Op basis van deze gegevens kon de tijdsduur worden berekend welke is weergegeven in tabel 6. Naast het transport is in deze tabel de aan onderhoud bestede tijd opgenomen, welke kon worden ontleend aan figuur 4.

Tabel 6. Gem. tijd per 100 m bedrijfsweg voor transport en onderhoud bij verschillende oppervlakte ontsloten grond(manuren per jaar)

opp. ontsloten	type a		type b		type c		type d	
	transp.	onderh.	transp.	onderh.	transp.	onderh.	transp.	onderh.
5 ha	7.6	0.9	8.0	1.3	8.4	2.0	8.9	2.7
10 ha	15.1	1.6	16.0	2.2	16.8	2.8	18.0	3.8
15 ha	22.6	2.1	23.9	2.9	25.3	3.6	27.4	5.0
20 ha	30.0	2.5	31.8	3.4	33.8	4.3	37.0	6.0
25 ha	37.4	2.7	39.7	3.6	42.5	4.8	47.1	6.5
30 ha	44.8	2.8	47.6	3.8	51.5	5.0	57.1	7.0

De transportkosten

Geldelijke waardering van de verschillen in tijd besteed aan transport en wegonderhoud is mogelijk door uit te gaan van een vast kostenbedrag per uur.

gezien de ontwikkeling van lonen en prijzen hierbij gesteld op gemiddeld f 8,- per uur, overeenkomend met de kosten van een trekker plus bestuurder, de onderhoudskosten op f 4,- per uur, ervan uitgaande dat het onderhoud hoofdzakelijk handwerk is. Eventuele invloeden van de wegkwaliteit of de transportsnelheid op de kosten per trekkeruur zijn buiten beschouwing gebleven.

Figuur 5 geeft een overzicht van de op deze wijze berekende extra transport- en onderhoudskosten voor de onderscheiden wegtypen ten opzichte van een optimale weg.

Ter oriëntatie zijn tevens de transportkosten inclusief wegonderhoud op goede semi-verharde wegen weergegeven. Er is van uitgegaan dat geen vervoer per schip plaats vindt.

Door de invloed van de gebruiksfrequentie op de wegkwaliteit stijgen de transportkosten niet rechtevenredig met de ontsloten oppervlakte. Bij veel transport lopen gevoelige wegen in het najaar in kwaliteit terug, waardoor de transportkosten per eenheid transport, met andere woorden per ha hoger zijn dan bij minder frequent gebruik. Hier staat tegenover dat de meest bereden wegen in de zomer in doorsnee beter zijn en dat de onderhoudskosten minder dan rechtevenredig met de oppervlakte toenemen, zodat een vaste kostenbesparing per 100 meter per ha per jaar ter oriëntatie wel bruikbaar is. Deze kostenbesparing is ten opzichte van verharde wegen bij benadering resp. f 8,35; f 6,75; f 5,70; f 4,80 en f 2,40 per 100 m per ha per jaar voor de typen d,c,b,a en semi-verharde wegen.

Rendement van wegverbetering

Door het uitgraven van het wegprofiel tot de humusarme zandondergrond en het opvullen van dit cunet met humusarm zand kan men de typen b,c en d bij een niet te ondiepe ontwatering verbeteren tot type a.

Hiernaast kan men nog op dit zandbed een semi-verharding aanbrengen of zelfs overgaan tot een volledige verharding. Kent men de kosten van deze wegverbeteringen dan kan men nagaan hoe groot de ontsloten oppervlakte moet zijn, opdat de reeds berekende besparingen aan transport en onderhoud een bepaald rente- en afschrijvingspercentage dekken. Deze kosten zullen van geval tot geval begroot moeten worden.

Om een indruk te kunnen geven van het rendement van verschillende maatregelen zijn enkele gevallen wat nader uitgewerkt. Daarbij is ervan uitge-

gaan dat ter verbetering tot type a, in verband met de profielopbouw bij type d 60 cm, type c 40 cm en type b 30 cm diep over een breedte van 3 meter het bestaande profiel vervangen moet worden door 'schoon' zand en dat gezien de verkeersfrequentie met een eenvoudige verharding kan worden volstaan. De hieronder aangegeven kosten van verbetering tot type a zijn ontleend aan VAN DUIN e.a., 1963.

Verbetering van type d tot type a	f	965,- per 100 m'
Verbetering van type c tot type a	f	665,- per 100 m'
Verbetering van type b tot type a	f	480,- per 100 m'
Extra kosten bij semi-verharding i.p.v. verbetering tot type a	f	1.000,- per 100 m'
Extra kosten bij verharding i.p.v. verbetering tot type a	f	2.250,- per 100 m'

Voor de bovenstaande verbeteringen is bij verschillende gebruiksfrequentie c.q. ontsloten oppervlakte de kostenbesparing als percentage van de investeringskosten bepaald. (fig. 6 en fig. 7) Daar de aanlegkosten per 100 meter weg constant zijn gesteld en de kostenbesparing nagenoeg rechtevenredig met de ontsloten oppervlakte stijgt, is het duidelijk dat het rendement in eerste instantie afhankelijk is van de oppervlakte welke via het te verbeteren weggedeelte wordt ontsloten. Uit de genoemde figuren kan men aflezen van welke oppervlakte het verkeer via een bepaald weggedeelte moet plaats vinden wil men een bepaald percentage van de investeringskosten voor rente, afschrijving en eventueel winst besparen.

In fig. 6 is ervan uitgegaan dat de wijze van transport niet wordt beïnvloed door de wegkwaliteit, terwijl in fig. 7 het rendement is weergegeven wanneer op goede bedrijfswegen de afvoer van de hakvruchten geschiedt door de afnemer vanaf het perceel zonder dat hieraan extra kosten voor de boer zijn verbonden. Bij bepaling van de jaarlijkse kosten is aangenomen dat de wijze van afvoer geen invloed heeft op de onderhoudsbehoefte. In de praktijk geschiedt de afvoer van hakvruchten per vrachtauto bij wegen van type a en incidenteel van type b (10%) indien de kavels voor vrachtauto's bereikbaar zijn. In de veenkoloniën liggen echter veel kavels van de openbare weg gescheiden door een kanaal, waarbij de bruggen die de kavel met de openbare weg verbinden vaak niet geschikt zijn voor zwaar verkeer. In zo'n geval dient men voor bepaling van het rendement van wegverbetering dus uit te gaan van fig. 6. Is er geen kanaal of zijn de bruggen wel geschikt voor vrachtauto's dan kan men uitgaan van fig. 7.

Bij een afschrijving in 15 à 20 jaar en een rente van 6 à 7% bedragen de jaarlijkse kosten circa 10% van de investering. Om 10% van de investering te besparen op transport en onderhoud moet een weggedeelte bij bijvoorbeeld verbetering van type c tot type a zonder de mogelijkheid van inschakeling van vrachtauto's bij reeds genoemde kosten minstens 32 ha ontsluiten. Bij een plaatsbreedte van 80 meter betekent dit dat de plaats 4000 meter lang moet zijn wil dit percentage onder gestelde voorwaarden voor het voorste deel van de bedrijfsweg worden bereikt, wanneer alle verkeer via dat eind van de kavel plaats vindt. Verder naar achteren daalt het rendement uiteraard omdat hier minder passeert. Zo zal bij deze plaatsbreedte op 2000 meter van achter de besparing nog maar 4% van het geïnvesteerde bedrag bedragen (zie fig. 6). Ontsluit de weg een dubbele plaats dus een strook van 160 meter, dan wordt de 10% reeds bereikt op 2000 meter van achter omdat daar reeds $1,6 \times 20 = 32$ ha passeert.

Kan men na verbetering van de bedrijfsweg wel de afvoer van hakvruchten afstoten dan ligt het rendement van de bedrijfswegverbetering aanzienlijk gunstiger. Bij verbetering van type c tot type a wordt reeds 10% van de investering bespaard bij $13\frac{1}{2}$ ha ontsloten grond (zie fig. 7).

In sommige gebieden wordt de ontsluiting verbeterd door een dwarsweg door de kavels te leggen op $\frac{2}{3}$ van het vooreinde van de kavels. In dit geval vindt een deel van het transport, namelijk de afvoer van de hakvruchten en in enkele gevallen de afvoer van het stro niet meer via het vooreind van de kavel doch via de ontsluitingsweg plaats. Door deze verschuiving van de transportrichting voor een deel van de plaats verandert de transportfrequentie op de bedrijfsweg en daardoor het rendement van bedrijfswegverbetering.

Nemen we aan dat de hakvruchten welke dicht bij de weg worden verbouwd dan bij het vooreind van de plaats naar de weg worden gebracht dan blijft de transportfrequentie op het deel van de plaats achter de ontsluitingsweg gelijk. Op de achterste helft van het gedeelte voor de ontsluitingsweg verandert het transport van de daar verbouwde hakvruchten van richting en vervalt het vervoer van de achter de weg verbouwde hakvruchten.

Op de voorste helft van het deel voor de ontsluitingsweg vervalt dus de afvoer van de hakvruchten van $\frac{2}{3}$ deel van de plaats. De afvoer van de hakvruchten omvat 21% van de totale transportkosten.

Wanneer de plaatsen reeds goed ontsloten waren dan daalt door de geringere transportfrequentie op de bedrijfsweg bij aanleg van een weg op $\frac{2}{3}$ het rendement van bedrijfswegverbetering. Wordt door de ontsluitingsweg echter de mogelijkheid geschapen om met vrachtauto's op de bedrijfsweg te komen

dan stijgt het rendement van bedrijfswegverbetering bij aanleg van een weg op $\frac{2}{3}$.

Voor verschillende kavellengten namelijk 3000, 2000 en 1000 meter is berekend hoever men een bedrijfsweg van type c bij verschillende ontsluitingstoestanden kan verbeteren tot type a, als het minst rendabele deel van de verbetering onder de gestelde voorwaarden nog 10% van de investeringskosten besparing per jaar opbrengt.

Tevens is voor elke verbetering de besparing op transport en onderhoud als percentage van de totale investering aangegeven. Deze berekening is uitgevoerd bij een kavelbreedte van 80 en 160 m voor kavels, welke niet en voor kavels welke wel voor vrachtauto's bereikbaar zijn en voor kavels welke via een dwarsweg op $\frac{2}{3}$ van voren zijn ontsloten. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in figuur 8.

Naast een verbetering tot type a bestaat nog de mogelijkheid een semi-verharde of geheel verharde bedrijfsweg aan te leggen.

In de figuren 6 en 7 is de relatie tussen de extra kosten van deze wegverbetering ten opzichte van verbetering tot type a en de daartegenoverstaande extra besparingen weergegeven. Bij een niet voor vrachtauto's toegankelijke plaats blijken de jaarlijkse besparingen bij 21 ha ontsloten grond pas 5% van de investeringskosten te bedragen. Extrapoleren we deze verhouding dan zou bij 42 ha de extra besparing 10% van de extra-investering bedragen. Bij volledige verharding wordt dit percentage bereikt bij 48 ha. In de veenkoloniën worden dergelijke oppervlakten slechts incidenteel via één bedrijfsweg ontsloten. Voor de goed ontsloten kavels ligt de verhouding tussen extra te investeren kapitaal en jaarlijkse extra baten nog ongunstiger, omdat de hoeveelheid transport voor rekening van de boer op deze wegen lager is, zowel bij type a als bij semi-verharde en verharde wegen. Om 10% besparing op te leveren moet althans onder de gestelde verhoudingen 55 ha ontsloten zijn voor semi-verharding en 62 ha voor verharding.

Samenvatting

Om een indruk te krijgen van de betekenis van de wegkwaliteit voor de ontsluitingstoestand van de veenkoloniale bedrijven is een onderzoek ingesteld naar de berijdbaarheid van de bedrijfswegen. Op deze wegen vindt in de Veenkoloniën, waar de kavels in lengte variëren van 500 tot 4000 m (tabel 1), het overgrote deel van het interne bedrijfsverkeer plaats.

Gedurende een periode van 2 jaar werd de berijdbaarheid van 140 van deze wegen a-select over het aaneensluitende veenkoloniale gebied van Groningen en Drenthe verdeeld, periodiek opgenomen. De berijdbaarheid van de wegen varieert op enkele incidentele uitzonderingen na van goed (berijdbaarheidscijfer 7) tot vrij slecht (berijdbaarheidscijfer 5) - tabel 3 -. Volgens ander onderzoek (RIGHOLT, 1963) impliceert dit bij trekkertransport een variatie in gemiddelde transportsnelheid als gevolg van verschil in wegkwaliteit bij trekkers met onbeladen wagens of werktuigen van 12 tot 8 km per uur en bij trekkers met beladen wagens van 7,7 tot 5,1 km per uur.

Door meting van de draagkracht van de laag van 15 tot en met 25 cm diepte met een sondeerapparaat blijkt de gevoeligheid van onverharde wegen redelijk gekarakteriseerd te kunnen worden (tabel 2).

Van deze wegen kreeg 10% de kwalificatie weinig gevoelig (type a), 25% werd licht gevoelig genoemd (type b), 40% matig gevoelig (type c) en 25% zeer gevoelig (type d).

De berijdbaarheid van minder gevoelige wegen was over het gehele jaar genomen aanzienlijk beter dan van de meer gevoelige wegen. De verschillen tussen de typen zijn onder ongunstige omstandigheden, bijvoorbeeld in het najaar groter dan onder gunstige omstandigheden (tabel 4). Vooral de berijdbaarheid van gevoelige wegen, waar veel overkomt, loopt in het najaar sterk terug (figuur 2).

Combinatie van gegevens over het onderhoud met de verschillen in berijdbaarheid tussen zomer en najaar leverde een theoretische benadering van de variatie in onderhoud onder invloed van gebruik en gevoeligheid (fig. 4).

Tenslotte zijn de transport- en onderhoudskosten van de onderscheiden typen wegen bepaald, waarna door vergelijking van de verschillen in exploitatiekosten met de begrote kosten van verbetering tot weinig gevoelige wegen (type a), een voorbeeld is gegeven van rendementsberekening van wegverbetering bij variabele ontsluitingstoestand.

Indien de keuze van het transportmiddel niet wordt beïnvloed door de wegkwaliteit moet bij verbetering van wegen van type d, c en b tot type a bij de gestelde normen respectievelijk minstens 26, 32 en 55 ha grond door deze weg worden ontsloten, wil men 10 % of meer van de investeringskosten aan exploitatiekosten besparen (figuur 6).

Gaat men er van uit dat bij wegen van type a de hakvruchten rechtstreeks van het perceel kunnen worden afgeleverd, waardoor het transport over de bedrijfsweg verschuift van de boer naar de afnemer, dan blijkt deze 10 % reeds te worden bereikt tussen 13 en 15 ha ontsloten grond (figuur 7).

Semi-verharding van bedrijfswegen blijkt in de Veenkoloniën, waar zelden meer dan 32 ha via één bedrijfsweg wordt ontsloten onder de gestelde voorwaarden geen 10 % voor rente en afschrijving te kunnen opbrengen, tenzij men één bedrijfsweg per twee plaatsen aanlegt waardoor het bij plaatsen langer dan 2500 meter rendabel wordt een deel van de bedrijfsweg te verharden, wanneer alle vervoer op de bedrijfsweg voor rekening van de boer komt (fig. 8).

Literatuur

- DUIN, R.H.A. VAN, TH.J. LINTHORST EN J.B. SPRIK. 1963. Cultuurtechnische verbeteringsplannen voor de Veenkoloniën. Rapport I.C.W. nr.18.
- MEIJERMAN, G.C. EN J.G. ROIJACKERS. 1964. Basisgegevens voor het opstellen van begrotingen voor akkerbouwbedrijven in de Groningse Veenkoloniën. Nota I.C.W. 235.
- NEUTEBOOM, J.D. 1957. De rentabiliteit van de trekker op het veenkoloniale bedrijf. Publikatie I.L.R. 41.
- REINDS, G.H. EN A.K. VAN HEMERT. 1962. Transportonderzoek. Nota I.C.W. 144.
- RIGHOLT, J.W. 1963. Wegkwaliteit en landbouwtransport. Cultuurtechnisch Tijdschrift 3.4: 156 - 170.

Figuur 1

Bondsvervals op verscillende diepte van gevoelige (c,d)
en minder gevoelige (a,b) bedrijfswegen bij veel en weinig
verkeer

p in Kg/cm^2

type ontsloten oppervlakte

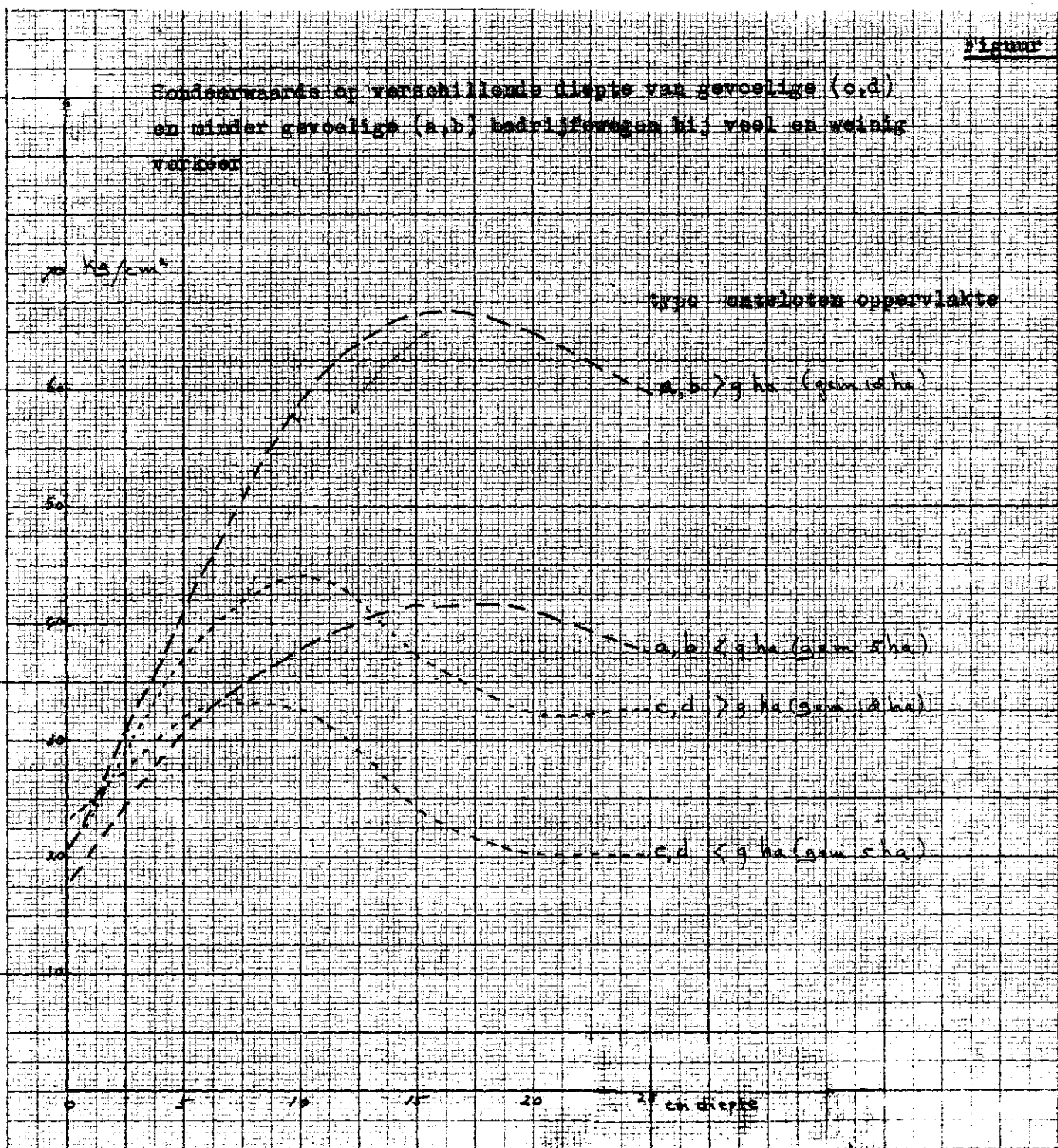
$a, b > 9 \text{ ha (gem. 12 ha)}$

$a, b < 9 \text{ ha (gem. 5 ha)}$

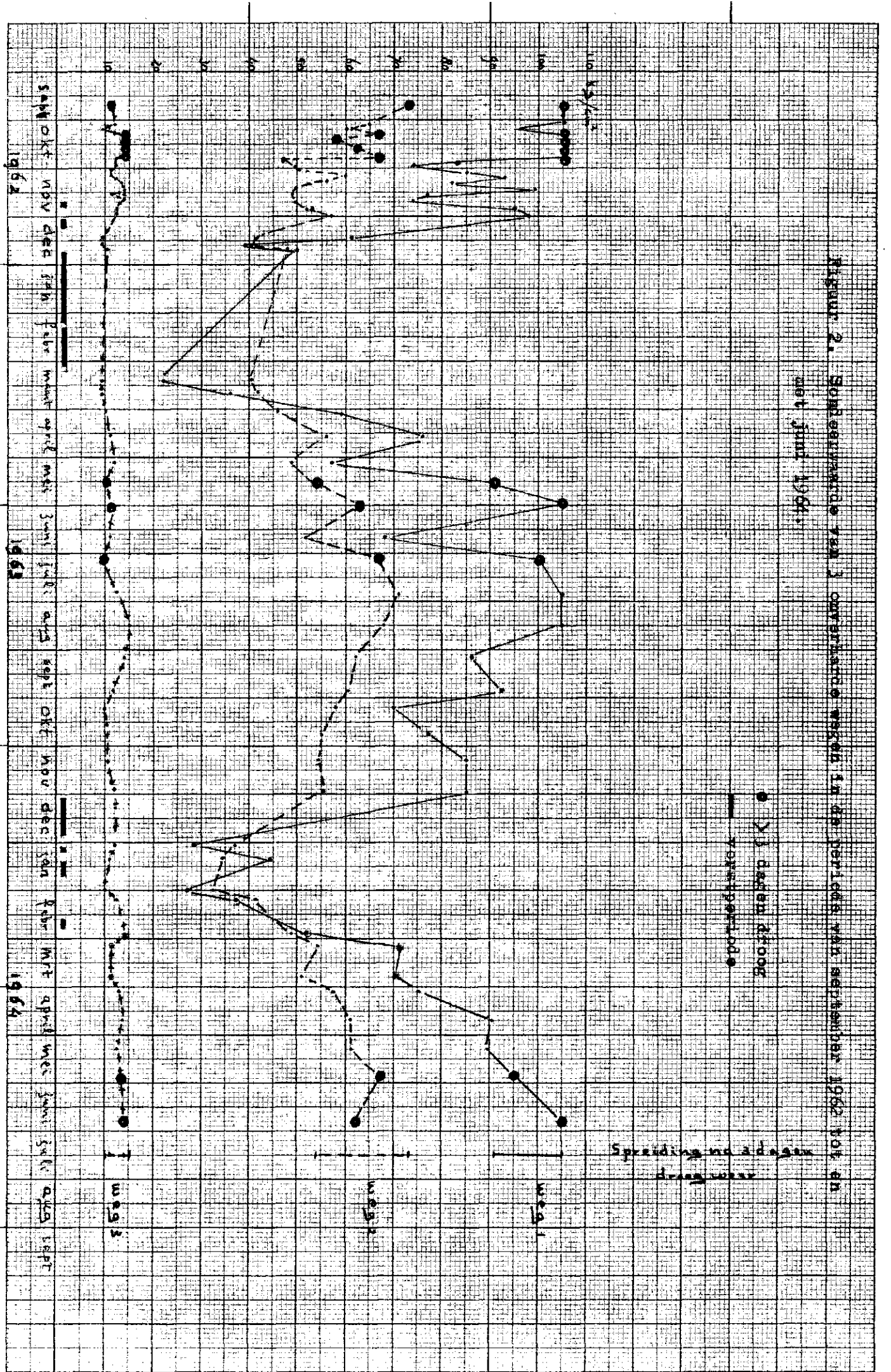
$c, d > 9 \text{ ha (gem. 12 ha)}$

$c, d < 9 \text{ ha (gem. 5 ha)}$

0 5 10 15 20 25 cm diepte



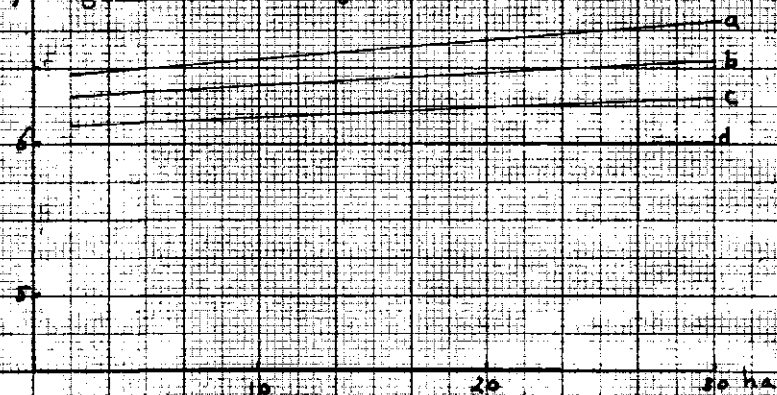
Figuur 2. Sondeeringsreeks van 1 overboringe waarden in de periode van september 1962 tot en met juni 1964.



Figuur 3

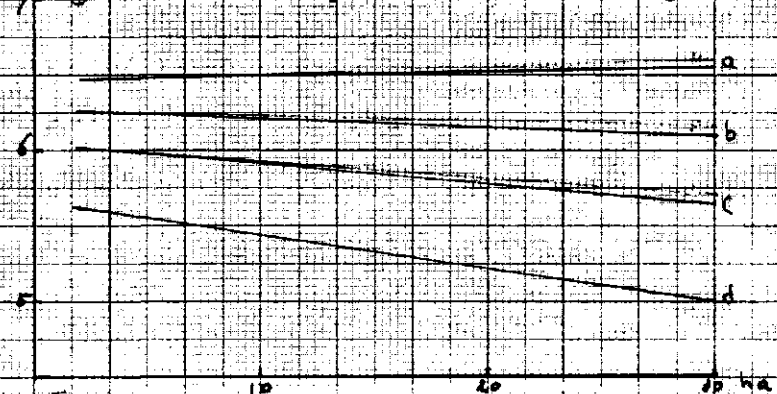
Samenhang tussen de ontsloten oppervlakte en de berijdbaarheid van vier typen bedrijfswegen in zomer en najaar

γ gemiddelde berijdbaarheid in de zomer



- a = weinig gevoelig
- b = licht gevoelig
- c = matig gevoelig
- d = zeer gevoelig

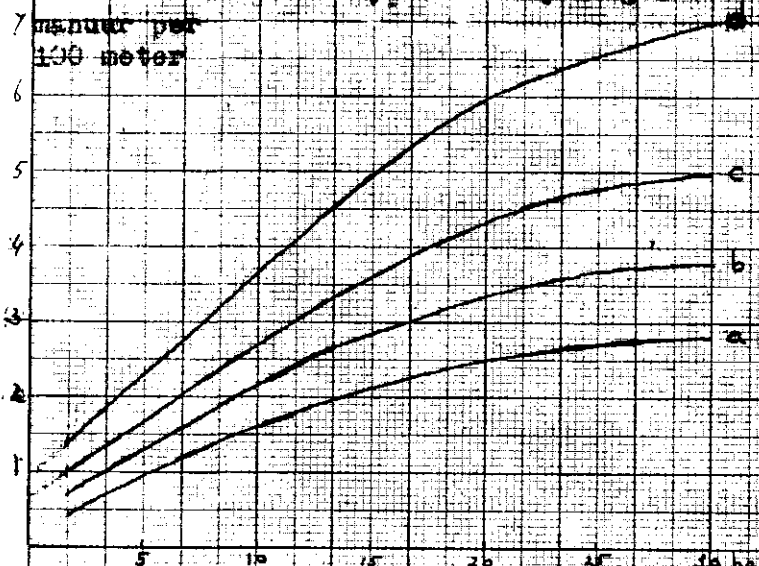
γ gemiddelde berijdbaarheid in het najaar



Samenhang tussen ontsloten oppervlakte en gemiddeld onderhoud van vier typen bedrijfswegen

Figuur 4

γ onderhoud per 100 meter



- a = weinig gevoelig
- b = licht gevoelig
- c = matig gevoelig
- d = zeer gevoelig

Extra transport- en onderhoudskosten op vier typen onverharde wegen en een semi-verharde weg, ten opzichte van een goede verharde weg (bij gelijke transportfrequentie en transportmiddelen)

extra
kosten
per jaar
f 500 per ha

a = weinig gevoelig

b = licht gevoelig

c = matig gevoelig

d = zeer gevoelig

sv = semi-verharde weg

200

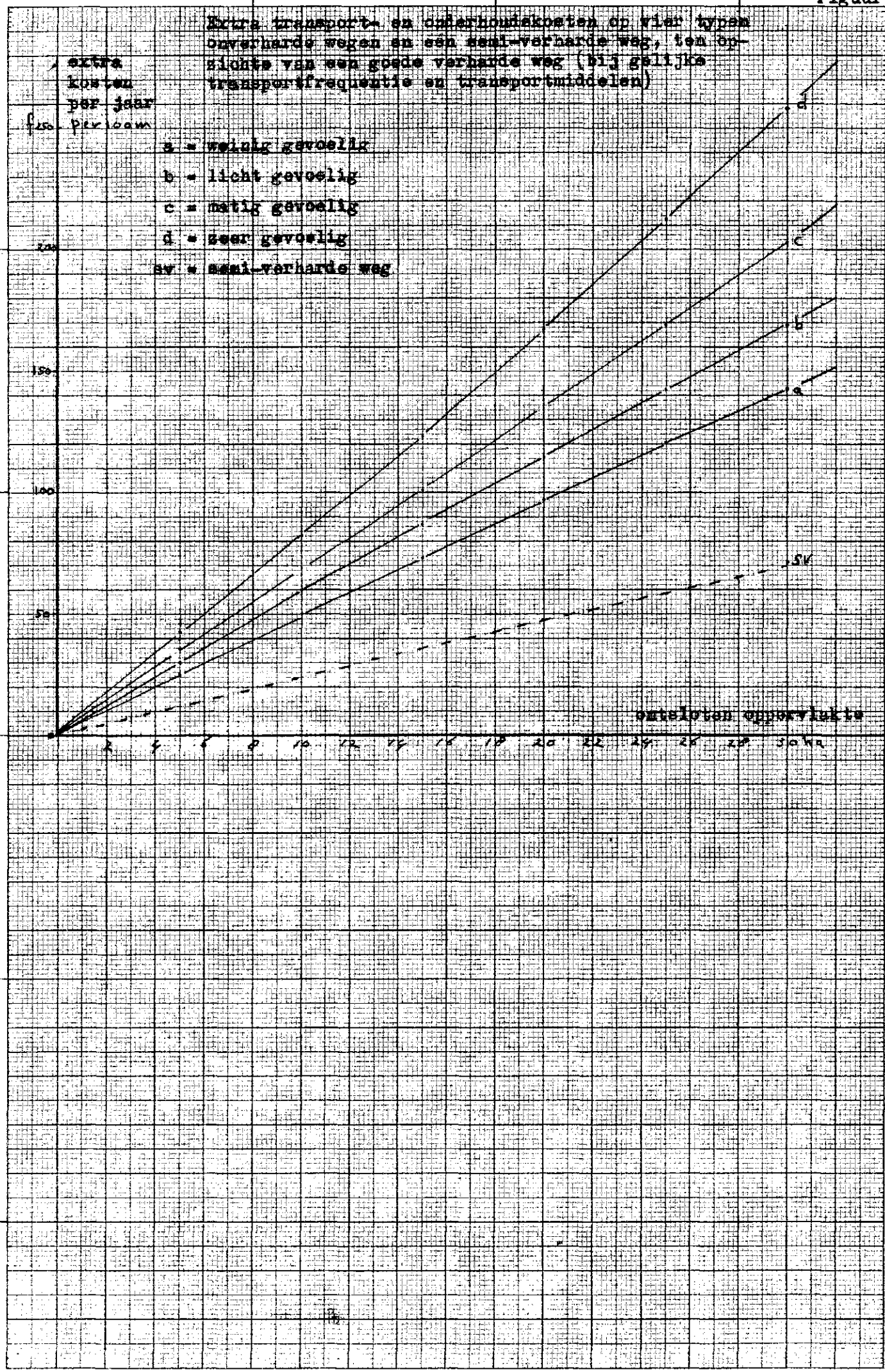
150

100

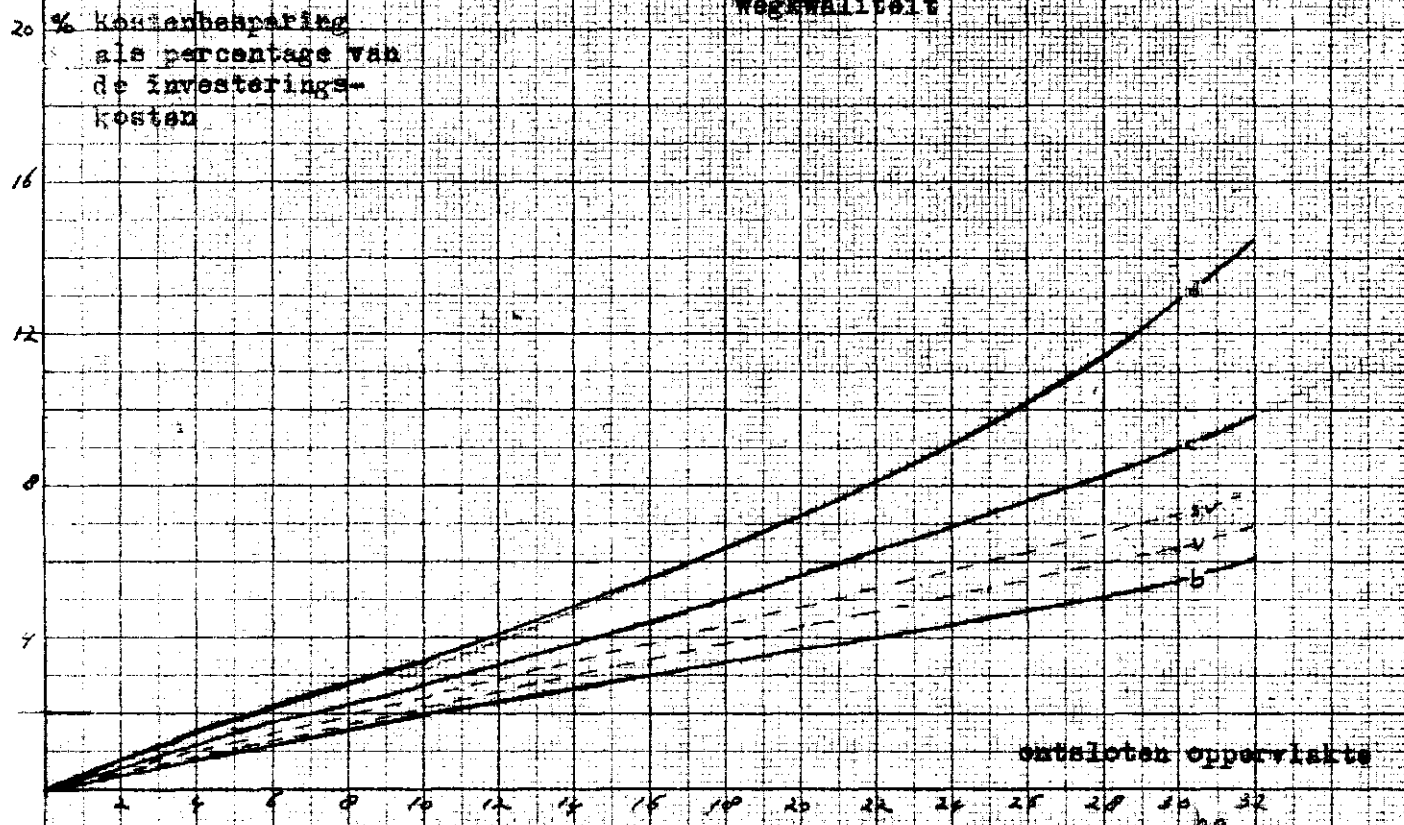
50

onteloten oppervlakte

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 ha

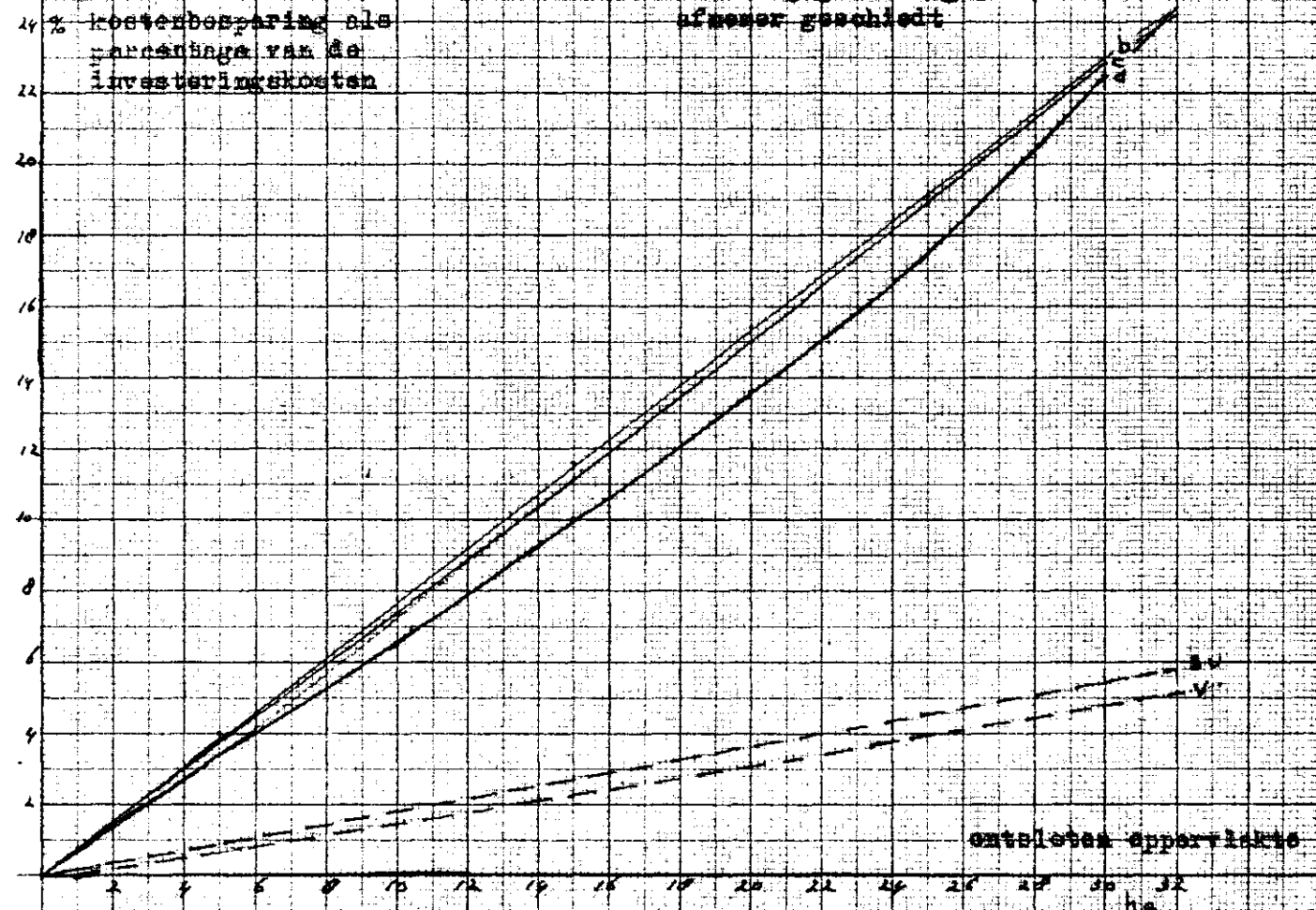


Rendement van wegverbetering wanneer de wijze van transport niet wordt beïnvloed door de wegkwaliteit



Figuur 7

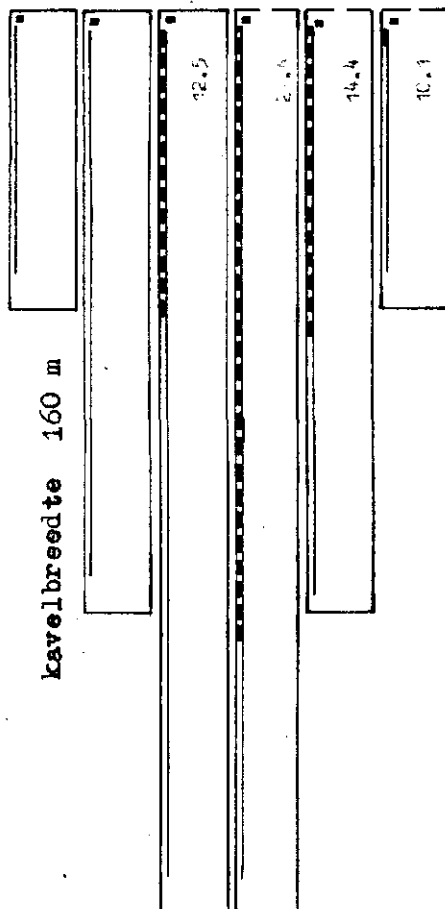
Rendement van wegverbetering wanneer de afvoer van de hakvruchten bij goede wegkwaliteit door afzaker geschiedt



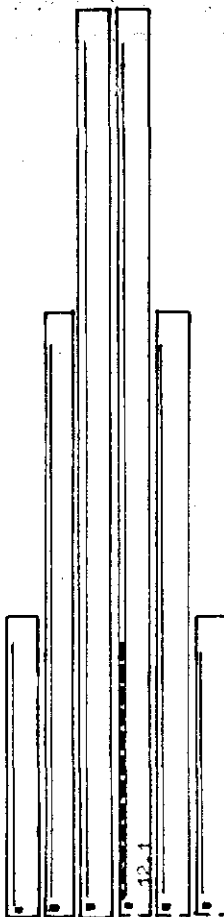
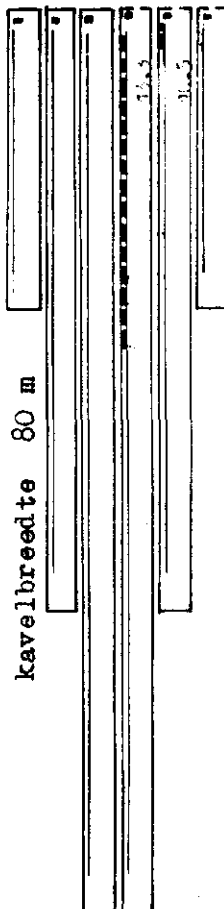
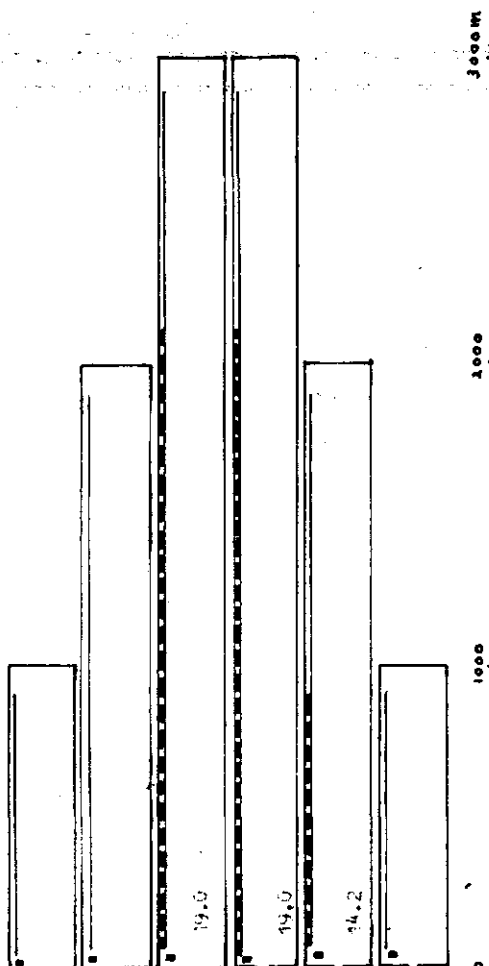
a = verbetering type d tot type e	bij verbeteringskosten 3	965,-/100 a'
b = verbetering type b tot type a	bij verbeteringskosten 3	665,-/100 a'
c = verbetering type b tot type a	bij verbeteringskosten 4	480,-/100 a'
d = verbetering tot semi-verhard	bij extra verbeteringskosten 3	1000,-/100 a'
e = verbetering tot verhard	bij extra verbeteringskosten 3	2250,-/100 a'

Figuur 8. Afstand waarover onder de in de tekst gestelde voorwaarden gevoelige bedrijfswegen (type c) kunnen worden verbeterd tot weinig gevoelige bedrijfswegen (type a), wanneer men verbetert tot het punt waarop de jaarlijkse besparing op transport en onderhoud 10% van het geïnvesteerde kapitaal bedraagt.

zonder ontsluitingsweg op 2/3



met ontsluitingsweg op 2/3



- ☐ niet rendabel te verbeteren bedrijfsweg
- ☐ rendabel te verbeteren bedrijfsweg
- ☐ brug voor kavel niet geschikt voor vrachtauto's
- ☐ brug voor kavel wel geschikt voor vrachtauto's

10.1 jaarlijkse kostenbesparing als percentage van de investering